

Translation of Relevant Part of Published Unexamined Japanese
Patent Application JP-A-11-250417 (September 17, 1999)

[0031]

FIG. 1 illustrates formation of the limit monitor pattern portion of the embodiment of the invention. FIG. 1 corresponds to the portion K of FIG. 3, wherein the same numerals are assigned to components corresponding to the components of FIG. 2 and FIG. 3, and FIG. 7 to FIG. 9. FIG. 1 shows the state in which a magnetoresistive (MR) element portion 30A and conductor layers 31 are formed and a rectangle-shaped limit monitor pattern portion 40 and a U-shaped resistance monitor pattern portion 4 are formed on an insulating layer 28. The pattern of the conductor layers 31 of the embodiment for supplying a sense current is different from the one shown in FIG. 7 and FIG. 8.

[0032]

'L' (the dashed line) of FIG. 1 indicates the processing limit level. If processing is performed further than this level, the element height 'h' of the MR element portion 30A is made too low and breaks may result when the magnetic head is actually used. According to the embodiment, the rectangle-shaped limit monitor pattern portion 40 having a side B2 that overlaps the processing limit level L is provided in a region closer to the front end (the surface to be processed) of the block 2 than the level L which forms the boundary.

[0033]

The limit monitor pattern portion 40 is formed for each of the MR element portions 30A of the block 2 through the process the same as the formation of the MR element portions 30A. If each of the MR element portions 30A is made up of the above-mentioned AMR head, a soft adjacent layer, a nonmagnetic intermediate layer of Ta, for example, a magnetoresistive layer of NiFe, for example,

and a BCS layer of FeMn, for example, are formed one by one on the insulating layer 28, and then the limit monitor pattern portion 40 is formed by etching using the same mask at the same time as the pattern of each of the MR element portions 30A.

[0034]

To enhance the processing accuracy, it is required to form the resistance monitor pattern portion 4 for monitoring processing that is precisely aligned with respect to the MR element portion 30A. Hence, according to the embodiment, the resistance monitor pattern portion 4 is patterned through the same process and through the use of the same mask as the MR element portion 30A.

[0035]

The space between a pair of conductor layers 31 on the MR element portion 30A corresponds to the writing track width. The steps performed after the above-mentioned film forming steps are the same as the steps of prior art. That is, a nonmagnetic insulating layer is formed on the conductor layers 31, and the thin-film head is formed on the insulating layer. Terminals for the magnetic head and the resistance monitor pattern portion are then formed. Furthermore, a protection layer of Al_2O_3 , for example, is formed at the outer side to cover the surface of the thin-film head. The wafer forming step is thus completed.

[0036]

In the processing step, according to the embodiment, the element height of each of the MR element portions 30A is processed for the block 2 obtained out of the wafer while the resistance between the terminals 4B and 4C of the resistance monitor pattern portion 4 is measured. As the processing for reducing the height of the MR element portion 30A proceeds, the resistance monitor pattern portion 4 formed in the wafer forming step is trimmed and the area of the bottom 4A thereof is reduced and the resistance

between the terminals 4B and 4C increases.

[0037]

If the three resistance monitor pattern portions 4 are formed as in the embodiment, the block 2 is pressured to the lapping plate while the lapping pressures at the total of three points including the ends of the block 2 and the middle thereof are individually controlled, based on the resistance of each of the resistance monitor pattern portions 4. The processing is finished when the resistances reach a specific value.

[0038]

After the above-described processing step is completed, an inspection of the magnetic head is performed to observe the pattern of the air bearing surface. FIG. 4 illustrates the main part of the pattern of the air bearing surface near the MR element portion. If processing of the height of the MR element portion 30A has not reached the processing limit level L, the limit monitor pattern portion 40 exists next to the MR element portion 30A, as shown in FIG. 4 (a). That is, there is no possibility of breaks, which indicates that the head is a conforming product.

[0039]

On the other hand, if processing is overdone and the head is processed deeper than the processing limit level L, the limit monitor pattern portion 40 does not exist next to the MR element portion 30A, as shown in FIG. 4 (b). In this case, the height 'h' of the MR element portion 30A is too low and breaks may occur when the magnetic head is actually used, which indicates that the head is a faulty product.

[0040]

Therefore, whether the magnetic head is a conforming product or a faulty product is determined only by examining through the use of a microscope, for example, whether the limit monitor pattern

portion 40 has disappeared from the pattern of the air bearing surface. Faulty products are thereby discarded and only conforming products are chosen to be complete products.

[0041]

According to the above-described embodiment, the MR element portion 30A and the limit monitor pattern portion 40 are formed through the same process at the same time, so that the positional relationship between the MR element portion 30A and the limit monitor pattern portion 40 is extremely precise. As a result, it is possible to determine with precision whether the processing has proceeded further than the processing limit level and the head has become faulty. It is thus possible to avoid the faulty products from being treated as conforming ones.

[0042]

Furthermore, it is not necessary to perform any destructive inspection, so that the number of inspection steps is reduced, and no magnetic head is broken as a sample, so that good yields are achieved. In addition, since the limit monitor pattern portion 40 is provided for each of the MR element portions 30A, it is possible to determine whether each magnetic head is conforming or not.

[0043]

According to the embodiment, the space between the side B1 of the MR element portion 30A on a side of the base end thereof and the side B2 of the limit monitor pattern portion 40 on a side of the base end thereof corresponds to the element height 'h'. If the MR element portion 30A and the limit monitor pattern portion 40 are formed by etching through the use of the same mask, the side B1 of the MR element portion 30A and the side B2 of the limit monitor pattern portion 40 are shifted in the same direction when the pattern is formed.

[0044]

That is, even if etching proceeds deeper and the dimensions of the MR element portion 30A and the limit monitor pattern portion 40 are reduced, as shown in FIG. 1 with broken lines, the side B1 of the MR element portion 30A and the side B2 of the limit monitor pattern portion 40 are shifted toward the bottom of FIG. 1. Therefore, the space between the side B1 of the MR element portion 30A and the side B2 of the limit monitor pattern portion 40 almost remains the same, and the accuracy of determining whether the head is conforming or not will not be reduced.

[0045]

Such an improvement in accuracy of determination is also achieved when the MR element portion 30A and the limit monitor pattern portion 40 are formed by plating. However, the pattern is shifted in the opposite direction when plating is performed.

[0046]

(Second Embodiment)

FIG. 5 illustrates formation of the limit monitor pattern portion of a second embodiment, wherein the same numerals are assigned to components the same as the components of FIG. 1. The difference between the first and second embodiment is the location of the limit monitor pattern portion 40.

[0047]

According to the second embodiment, the rectangle-shaped limit monitor pattern portion 40 having a side B3 that overlaps the processing limit level L is provided in a region closer to the base end of the block 2 than the level L which forms the boundary.

[0048]

According to the embodiment, if processing of the height of the MR element portion 30A has not reached the processing limit level L, the limit monitor pattern portion 40 does not exist next

to the MR element portion 30A. On the other hand, if processing is overdone and the head is processed deeper than the processing limit level L, the limit monitor pattern portion 40 appears next to the MR element portion 30A. Therefore, whether the magnetic head is a conforming product or a faulty product is determined only by examining through the use of a microscope, for example, whether the limit monitor pattern portion 40 appears in the pattern of the air bearing surface.

[0049]

According to the embodiment, the space between the side B1 of the MR element portion 30A on a side of the base end thereof and the side B3 of the limit monitor pattern portion 40 on a side of the front end thereof corresponds to the element height 'h'. Therefore, if the MR element portion 30A and the limit monitor pattern portion 40 are formed by etching through the use of the same mask, the side B1 of the MR element portion 30A and the side B3 of the limit monitor pattern portion 40 are shifted in the opposite directions when the pattern is formed.

[0050]

As a result, the space between the side B1 of the MR element portion 30A and the side B3 of the limit monitor pattern portion 40 may vary, depending on the state of processing such as etching, which means that the accuracy of determining whether the head is conforming or not is reduced, compared to the accuracy achieved by the first embodiment. However, the second embodiment is effective if it is preferred that the pattern includes a portion that appears when the head is faulty.

[0051]

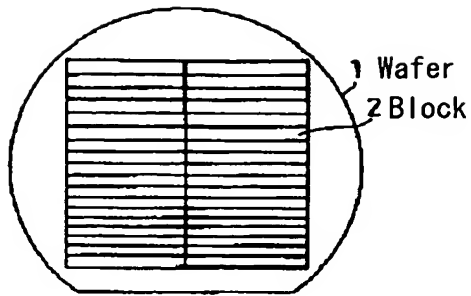
(Third Embodiment)

FIG. 6 illustrates formation of the limit monitor pattern portion of a third embodiment, wherein the same numerals are

assigned to components the same as the components of FIG. 1. The difference between the first and third embodiment is the shape of the limit monitor pattern portion 40.

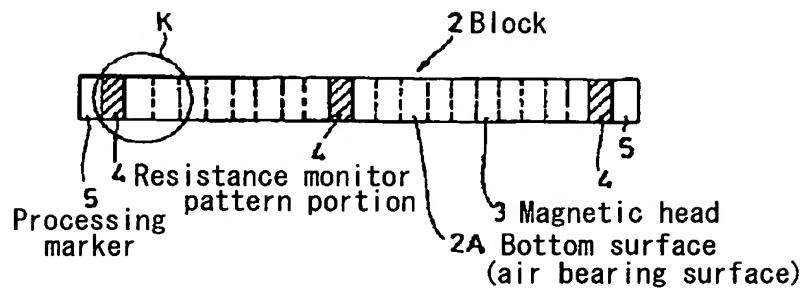
[0052]

According to the third embodiment, the limit monitor pattern portion 40 is made up of three rectangle-shaped portions 41 to 43 that have different lengths taken in the direction of processing. Such a configuration makes it possible that the number of rectangle-shaped portions 41 to 43 indicates which one of the levels h_1 to h_3 the element height belongs to. It is thereby possible not only to determine whether the head is conforming or not but also to sort the magnetic heads according to the element heights. It is therefore possible to select a sense current that suits each of the magnetic heads thus sorted.



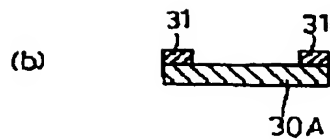
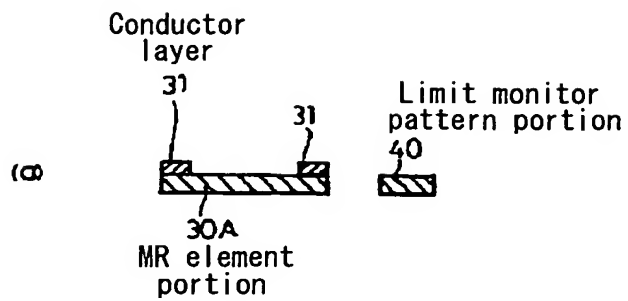
Wafer after formation of
magnetic heads

FIG. 2



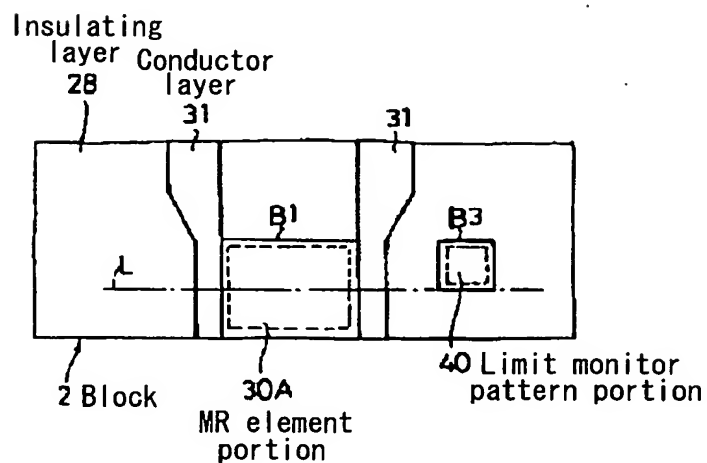
Shape of block

FIG. 3



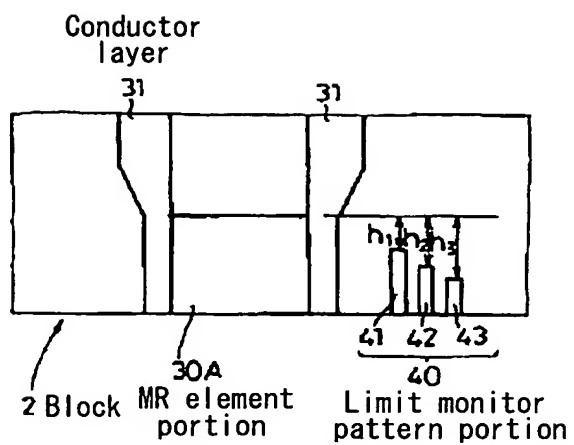
Main part of the pattern of the air bearing surface near the MR element portion

FIG. 4



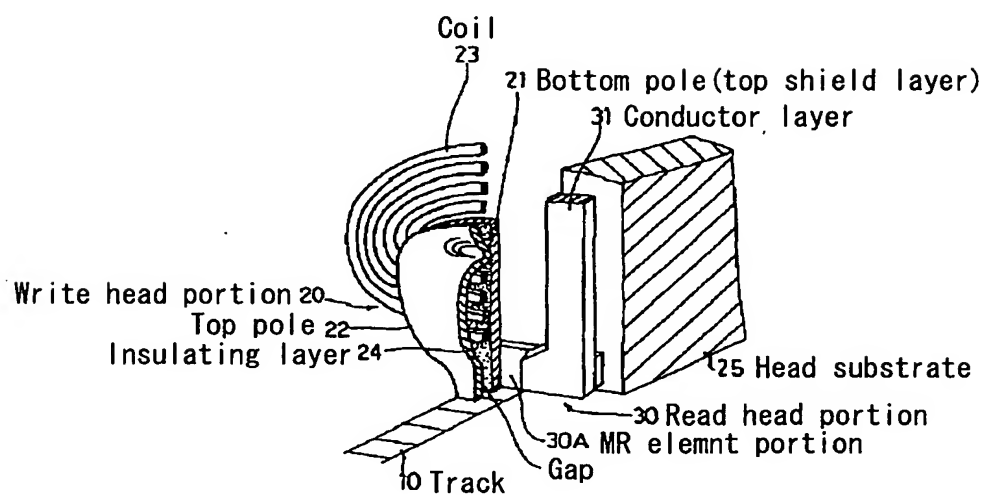
Formation of limit monitor pattern portion of 2nd embodiment

FIG. 5



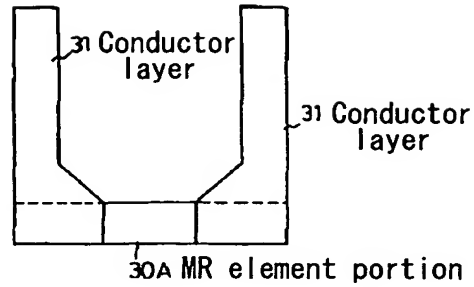
Formation of limit monitor
pattern portion of 3rd embodiment

FIG. 6



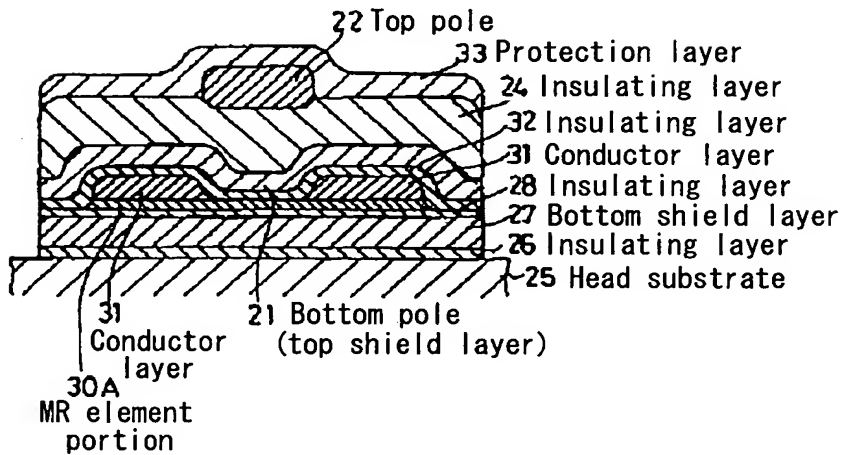
Main part of composite-type magnetic head

FIG. 7



Plan view showing the MR element portion
and the conductor layers in FIG. 7

FIG. 8



Layered structure in the portion near the gap as
viewed from the magnetic recording medium side

FIG. 9

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 1 1 - 2 5 0 4 1 7

(43)公開日 平成 1 1 年 (1 9 9 9) 9 月 1 7 日

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

識別記号

庁内整理番号

F I

G11B 5/39

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平 1 0 - 4 6 9 1 9

(22)出願日 平成 1 0 年 (1 9 9 8) 2 月 2 7 日

(71)出願人 0 0 0 0 5 2 2 3

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号

(72)発明者 半田 洋一

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番
1 号 富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 井島 藤治 (外 1 名)

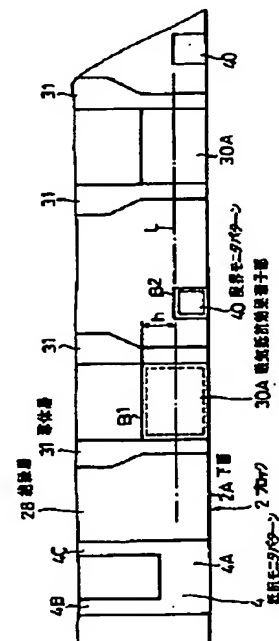
(54)【発明の名称】磁気ヘッドの製造方法

(57)【要約】

【課題】 磁気抵抗効果素子部を含む磁気ヘッドを二次元的配列でもって成膜されたウエハから、複数の磁気ヘッドが直線状に配列されたブロックを切り出し、磁気抵抗効果素子部を浮上面側から加工して所定の素子高さに仕上げた後、ブロックを分割して個々の磁気ヘッドを作製する磁気ヘッドの製造方法に関し、製造過程において、サンプルの破壊検査を行うことなく、しかも正確に、不良品を見分けること。

【解決手段】 浮上面の加工を進めた際に、この浮上面のパターンが、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の加工限界位置まで到達した前後で変化するように、ウエハ工程時に、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の成膜と同一プロセスで限界モニタパターン 4 0 を成膜しておき、磁気ヘッドの浮上面のパターンを観察することで、良品／不良品を判別する。

第1の形態例における限界モニタパターンの形成を説明する図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも磁気抵抗効果素子部を含む磁気ヘッドを二次元的配列でもってウエハ上に成膜するウエハ工程と、複数の磁気ヘッドが直線状に配列されたブロックをウエハから切り出す切り出し工程と、ブロック単位で前記磁気抵抗効果素子部を浮上面側から加工して所定の素子高さに仕上げる加工工程と、この加工工程終了後のブロックを分割して個々の磁気ヘッドを作製する分割工程とをを経る磁気ヘッドの製造方法であって、前記加工工程で浮上面の加工を進めた際に、この浮上面のパターンが、前記磁気抵抗効果素子部の加工限界位置に到達した前後で変化するように、前記ウエハ工程時に、前記磁気抵抗効果素子部の成膜と同一プロセスで境界モニタパターンを成膜しておくことを特徴とする磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、少なくとも磁気抵抗効果素子部を含む磁気ヘッドを二次元的配列でもってウエハ上に成膜するウエハ工程と、複数の磁気ヘッドが直線状に配列されたブロックをウエハから切り出す切り出し工程と、ブロック単位で前記磁気抵抗効果素子部を浮上面側から加工して所定の素子高さに仕上げる加工工程と、この加工工程終了後のブロックを分割して個々の磁気ヘッドを作製する分割工程とをを経る磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 高密度化に対応した再生ヘッドとして、磁界の強さに応じて電気抵抗が変化する磁気抵抗効果素子を用いた磁気抵抗効果型ヘッドが知られている。磁気抵抗効果型ヘッドは、一般にはMRヘッド（MRはmagnetoresistiveの略）と呼ばれ、異方性磁気抵抗効果を利用したAMRヘッド（AMRはanisotropic magnetoresistiveの略）や、巨大磁気抵抗効果を利用したGMRヘッド（GMRはgiant magnetoresistiveの略）等がある。

【0003】 AMRヘッドは、例えば、NiFeCr（ニッケル-鉄-クロム）等の磁化された磁性材料からなるソフトアジャセント（soft adjacent）層と、Ta（タンタル）等の非磁性中間層と、NiFe（フェライト）等の磁気抵抗層（MR層）と、反強磁性体であるFeMn（鉄-マンガン）で形成されて実質的に磁化された状態にあるBCS（boundary control stabilization）層と、記録トラック幅に相応する間隔をもってBCS層上に並設された一対のセンス電流供給用の導体層とを、この順序で積層して磁気抵抗効果素子部を形成させ、BCS層により、磁気抵抗層に記録トラックの幅方向の磁気バイアスを与え、ソフトアジャセント層により、磁気抵抗層にBCS層の磁気バイアスと直角方向の磁気バイアスを与えるようにしたものである。

【0004】 一方、GMRヘッドは、巨大磁気抵抗効果を利用することで、AMRヘッドよりも、一層の高密度化を可能にしたものである。GMRヘッドの磁気抵抗効果素子部も、複数の磁性層を非磁性中間層を介して積層した積層構造を有し、記録トラック幅に相応する間隔をもって並設された一対のセンス電流供給用の導体層が、この磁気抵抗効果素子部に取り付けられている。

【0005】 上記磁気抵抗効果型ヘッドは情報の再生のみ可能であり記録は行えない。このため、通常は、記録を行う薄膜ヘッドと組み合わせて、複合型の磁気ヘッドを構成する場合が多い。

【0006】 図7はこの複合型の磁気ヘッドの主要部を示す図、図8は図7中の磁気抵抗効果素子部及び導体層を示す平面図である。これらの図において、10は磁気記録媒体のトラック、20は磁気記録媒体への情報の記録を行う薄膜ヘッドでなる記録ヘッド部、30は情報の読み出しを行う磁気抵抗効果型ヘッドでなる再生ヘッド部である。記録ヘッド部20は、NiFe等でなる下部磁極（上部シールド層）21と、トラックとの対向部分が一定間隔をもって下部磁極21と対向したNiFe等でなる上部磁極22と、これら磁極21、22を励磁し、記録ギャップ部分にて、磁気記録媒体の記録トラック10に情報の記録を行わせるコイル23等から構成される。尚、コイル23周辺の空間には、Al₂O₃等でなる非磁性絶縁層24が隙間なく設けられている。

【0007】 再生ヘッド部30はAMRヘッドやGMRヘッド等でもって構成されるものであり、その磁気抵抗効果素子部30A上には、磁気抵抗効果素子部30Aにセンス電流を供給するための一対の導体層31が記録トラック幅に相応する間隔をもって設けられている。

【0008】 記録ヘッド部20と再生ヘッド部30の積層状態を図9を用いて説明する。図9は図7における磁気ヘッドを磁気記録媒体側から見たときのギャップ近傍の積層構造を示す断面図である。図9において、25はセラミック製の基板で、この基板25上には、Al₂O₃等でなる非磁性絶縁層26、NiFe等でなる下部シールド層27、Al₂O₃等でなる非磁性絶縁層28が、この順序で形成されており、再生ヘッド部30の磁気抵抗効果素子部30Aは、この非磁性絶縁層28上に形成されている。仮に、再生ヘッド部30の磁気抵抗効果素子部30AをAMRヘッドでもって構成するのであれば、例えば、ソフトアジャセント層、Ta等の非磁性中間層、NiFe等の磁気抵抗層、FeMn等のBCS層が非磁性絶縁層28上に順次形成されている。この磁気抵抗効果素子部30A上には、磁気抵抗効果素子部30Aにセンス電流を供給するために、一対の導体層31が記録トラック幅に相応する間隔をもって形成されている。

【0009】 更に、磁気抵抗効果素子部30A及び導体層31上には、非磁性絶縁層32が形成され、この上に前述の記録ヘッド部20が形成されている。即ち、Ni

Fe 等でなる下部磁極（上部シールド層）21、コイル23（図9中には現れない）、Al₂O₃等でなる非磁性絶縁層24、NiFe等でなる上部磁極22が、この順序で形成されている。そして最後に記録ヘッド部20の表面を覆うため、上部磁極22の外側にAl₂O₃等でなる保護層33が形成されている。

【0010】上記構成の磁気ヘッドを製造するに際しては、多数の磁気ヘッドを、二次元的配列でもってウエハ上に成膜するウエハ工程と、複数の磁気ヘッドが直線状に配列されたブロックをウエハから切り出す切り出し工程と、ブロック単位で磁気抵抗効果素子部の素子高さ（図7の磁気抵抗効果素子部30Aの上下方向の幅）を所定の値に加工する加工工程と、この加工工程終了後のブロックを分割して個々の磁気ヘッドを作製する分割工程とを経る。

【0011】上記加工工程においては、例えば、加工が進むにつれて面積がほぼ直線的に減少する加工基準用の抵抗モニタパターンを、ウエハ工程時にブロック上に形成しておき、この抵抗モニタパターンの抵抗値が加工量に応じて増加することを利用して、抵抗値が所定の値に達した時点で加工を終了するようにした加工方法が用いられる。

【0012】ところが、上記加工基準用の抵抗モニタパターンの抵抗値と、実際の磁気抵抗効果素子部の素子高さとの間の関係は、同一ウエハの磁気ヘッド間であってもバラツキがあり、加工工程にて、必ずしも素子高さを正確に加工できるとは限らない。

【0013】一方、磁気抵抗効果素子部には、一定のセンス電流が流れるようにドライブ回路が構成されるため、このセンス電流値に相応した素子高さに比べて現実の素子高さが小さいと、磁気抵抗効果素子部の抵抗値が大きくなり、磁気ヘッドとしての使用中に、過熱により断線することがある。しかし、この断線を避けるために、不必要に素子高さを大きくすると、磁気ヘッドの出力低下を招くことになり、この回避策をとることもできない。

【0014】そこで、ある程度の不良品の発生は覚悟し、加工工程を経た磁気ヘッドに対して、磁気抵抗効果素子部の素子高さの検査を行い、所定値以下の磁気ヘッドは不良品として排除している。この際に用いられる従来の検査方法は、ウエハ毎に、数個のサンプル（磁気ヘッド）を抜き取り、破壊検査により、加工基準用の抵抗モニタパターンの抵抗値と、実際の磁気抵抗効果素子部の素子高さとの関係を調べ、この関係に基づき、サンプルを除いた残りの製品（磁気ヘッド）の素子高さを推測し、素子高さが所定値以下の磁気ヘッドは不良品として廃棄している。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記製造方法では、破壊検査を伴うために、検査に工数がかかると共

に、サンプルとして抜き取った磁気ヘッドは破壊されるため、製品として使用できなくなり、この分、歩留まりが悪くなるという問題がある。又、サンプルに関しては磁気抵抗効果素子部の素子高さを直接測定するものの、製品については素子高さそのものを検出しておらず、サンプルの適否によってかなりのバラツキが生じ、不良品が良品として扱われるという問題がある。

【0016】本発明は、上記問題に鑑みてなされたもので、その目的は、製造過程において、サンプルの破壊検査を行うことなく、しかも正確に、不良品を見分けることができる磁気ヘッドの製造方法を実現することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明は、少なくとも磁気抵抗効果素子部を含む磁気ヘッドを二次元的配列でもってウエハ上に成膜するウエハ工程と、複数の磁気ヘッドが直線状に配列されたブロックをウエハから切り出す切り出し工程と、ブロック単位で前記磁気抵抗効果素子部を浮上面側から加工して所定の素子高さに仕上げる加工工程と、この加工工程終了後のブロックを分割して個々の磁気ヘッドを作製する分割工程とを経る磁気ヘッドの製造方法であって、前記加工工程で浮上面の加工を進めた際に、この浮上面のパターンが、前記磁気抵抗効果素子部の加工限界位置まで到達した前後で変化するように、前記ウエハ工程時に、前記磁気抵抗効果素子部の成膜と同一プロセスで限界モニタパターンを成膜しておくことを特徴とするものである。

【0018】この発明では、加工工程を経た後の、磁気ヘッドの浮上面のパターンを顕微鏡等で観察し、限界モニタパターンに変化が現れているかどうかを識別するだけで、磁気抵抗効果素子部の加工限界位置まで加工が進み、不良品になってしまったかどうかを判別できる。

【0019】ここで、本発明では、磁気抵抗効果素子部と限界モニタパターンとが、同一プロセスにより同時に形成されているため、磁気抵抗効果素子部と限界モニタパターンとの位置関係は極めて正確である。よって、磁気抵抗効果素子部の加工限界位置を越えるまで加工が進み、不良品になってしまったことを、正確に判別でき、不良品が良品として扱われることはない。

【0020】又、本発明によれば、破壊検査を伴わないために、検査に工数がかからないし、サンプルとして破壊される磁気ヘッドも存在せず、歩留まりもよい。本発明における限界モニタパターンは、最も典型的な例では、磁気抵抗効果素子部毎に形成され、しかも、磁気抵抗効果素子部の加工限界位置を境にして、この限界素子高さよりも先端側の領域に設けられる。

【0021】このように構成すれば、浮上面のパターンから限界モニタパターン（断面）が消滅したことを識別するだけで、磁気ヘッドが良品か不良品かを判別できる。尚、限界モニタパターンについては、後述するよう

に、種々の変形が考えられ、例えば、磁気抵抗効果素子毎に限界モニタパターンを複数設けることも考えられる。

【 0 0 2 2 】

【実施の形態】（第 1 の形態例）第 1 の形態例は複合型の磁気ヘッドを製造する場合の形態例で、本形態例における製造工程も、従来の場合と同様に、次の①～④の工程をとる。

①ウエハ工程；二次元的配列でもって磁気抵抗効果型ヘッド及び／又は薄膜ヘッドを含む磁気ヘッドをウエハ上に成膜する。

②切り出し工程；複数の磁気ヘッドが直線状に配列されたブロックをウエハから切り出す。

③加工工程；ブロック単位で磁気抵抗効果素子部を浮上面側から加工して所定の素子高さに仕上げる。

④分割工程；加工工程終了後のブロックを分割して個々の磁気ヘッドを作製する。

【 0 0 2 3 】上記各工程について具体的に説明する。まず、ウエハ 1 は、例えば、図 2 に示すように略円板状のもので、上記ウエハ工程においては、この表面に、二次元的配列でもって磁気ヘッド（磁気抵抗効果型ヘッド及び薄膜ヘッドからなる）が成膜される。

【 0 0 2 4 】この磁気ヘッド成膜後のウエハ 1 からは、切り出し工程において、複数のブロックが切り出される。図 2 の例においては、ブロック 2 は 2 列にわたって多数形成されており、この区画にそってブロックが切り出されることになる。

【 0 0 2 5 】各ブロック 2 は、図 3 に示すように、複数の磁気ヘッド 3 が直線状に配列されたもので、この例では、加工監視用の抵抗モニタパターン 4 がブロック 2 の左右の端部（双方の端部）と中央部とに設けられている。磁気抵抗効果素子部の素子高さ方向は、図 3 の上方方向である。ブロック 2 をラッピングにより仕上げる場合、図 3 中のブロック 2 における下面 2 A が加工面（ラップ面）であり、磁気ヘッド 3 の浮上面となる。

【 0 0 2 6 】ラッピングは、工作物とラップ盤（工具）との間にダイヤモンドスラリー等の微細な粒子をラップ剤として供給し、適当な圧力の下に工作物とラップ盤とを相対運動させ、ラップ剤粒子の切刃によって工作物を微小量ずつ削り取って、工作物表面を滑らかに且つ寸法精度よく加工する精密加工法の一つである。

【 0 0 2 7 】又、加工監視用の抵抗モニタパターン 4 は、例えば、略 U 字形のパターンでなり、底部（ブロック 2 の先端側）のパターンが削られるにつれて底部のパターン幅（加工方向の幅）が減少し、上端部間の抵抗値が増加するものである。この抵抗値から、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の素子高さを間接的に知ることができる。

【 0 0 2 8 】ブロック 2 をラッピングにより加工する場合、加工監視用の抵抗モニタパターン 4 の抵抗値に基づき、例えばブロック 2 の左右の端部と中央部の合計 3 箇

所のラップ圧を独立に制御しながら、ブロック 2 をラップ盤側に押圧する。これにより、ブロック 2 の左端部、中央部、右端部のバランスをとった加工を行える。

【 0 0 2 9 】尚、ブロック 2 における抵抗モニタパターン 4 の外側には、加工マーカー 5 が設けられている。この加工マーカー 5 は、抵抗モニタパターン 4 を用いる精密加工の前段階での加工にて用いられるものである。上記加工工程終了後の各ブロック 2 は、分割工程において個々の磁気ヘッド 3 に分割される。

【 0 0 3 0 】本発明は、前述のように、加工工程で浮上面の加工を進めた際に、この浮上面のパターンが、磁気抵抗効果素子部の限界高さまで到達した前後で変化するように、ウエハ工程時に、磁気抵抗効果素子部の成膜と同一プロセスで限界モニタパターンを成膜しておくことを特徴とするものであり、本形態例では、特に、後述の矩形の限界モニタパターンを成膜した点に特徴がある。

【 0 0 3 1 】図 1 は本形態例における限界モニタパターンの形成を説明する図である。この図 1 は、図 3 中の K 部分に相当するもので、図 2 ～図 3 及び図 7 ～図 9 と対応する部分には同一符号を付した。図 1 が示している状態は、絶縁層 2 8 上に磁気抵抗効果素子部 3 0 A 及び導体層 3 1 を成膜すると共に、矩形の限界モニタパターン 4 0 及び U 字形の抵抗モニタパターン 4 を成膜した状態である。尚、本形態例におけるセンス電流を供給するための導体層 3 1 のパターンは、図 7 ～図 8 に示したものと形状が異なっている。

【 0 0 3 2 】図 1 における L（一点鎖線）は、加工限界位置を示しており、これよりも加工が進むと、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の素子高さ h が短くなり過ぎて、磁気ヘッドとして使用した際に断線が生じる恐れのある位置である。本形態例では、加工限界位置 L と重なる辺 B 2 を有する矩形の限界モニタパターン 4 0 が、この加工限界位置 L を境にして、この加工限界位置 L よりもブロック 2 の先端側（加工面側）の領域に設けられている。

【 0 0 3 3 】又、限界モニタパターン 4 0 は、ブロック 2 上の各磁気抵抗効果素子部 3 0 A 毎に、しかも、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の成膜と同一プロセスで形成されている。仮に、磁気抵抗効果素子部 3 0 A を前述の AMR ヘッドでもって構成するのであれば、ソフトアジャセント層、T a 等の非磁性中間層、N i F e 等の磁気抵抗層、F e M n 等の B C S 層を、絶縁層 2 8 上に順次形成した後、同一マスクを用いて、エッチングにより、磁気抵抗効果素子部 3 0 A のパターンと同時に形成されている。

【 0 0 3 4 】一方、加工精度を上げるためには、加工監視用の抵抗モニタパターン 4 も、磁気抵抗効果素子部 3 0 A と正確な位置関係で形成しなければならない。そこで、本形態例では、この抵抗モニタパターン 4 についても、磁気抵抗効果素子部 3 0 A と同一プロセスで同一マスクを使用してパターンニングしている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】 尚、磁気抵抗効果素子部 3 0 A 上の一對の導体層 3 1 の間隔は、記録トラック幅に相応するものである。上記成膜後の本形態例における工程は、従来の場合と同様であり、導体層 3 1 上に非磁性の絶縁層を形成し、この上に誘導ヘッドを形成することになる。その後、磁気ヘッド及び抵抗モニタパターン用の各端子を形成し、更に、誘導ヘッドの表面を覆うため、外側に A 1 , O₂ 等なる保護層を形成する。以上で、ウエハ工程が終了する。

【 0 0 3 6 】 加工工程においては、本形態例では、ウエハから切り出したブロック 2 に対して、抵抗モニタパターン 4 の 4 B、4 C 端子間の抵抗値を測定しながら、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の素子高さの加工を行う。磁気抵抗効果素子部 3 0 A の素子高さを小さくする加工が進むにつれて、ウエハ工程時に形成しておいた抵抗モニタパターン 4 も削られ、その底部 4 A の面積が減少し、4 B、4 C 端子間の抵抗値が増加していく。

【 0 0 3 7 】 抵抗モニタパターン 4 が本形態例のように 3 個形成されたものでは、各抵抗モニタパターン 4 の抵抗値に基づき、ブロック 2 の双方の端部と中央部の合計 3 箇所のラップ圧を独立に制御しながらブロック 2 をラップ盤側に押圧することになる。そして、この抵抗値が所定の値に到達した時点で加工を終了する。

【 0 0 3 8 】 上記加工工程の終了後、磁気ヘッドの検査に移り、浮上面のパターンを観察する。図 4 が磁気抵抗効果素子部近傍の浮上面のパターンの要部を示す図である。磁気抵抗効果素子部 3 0 A の素子高さの加工が加工限界位置 L まで到達していない場合は、図 4 (a) に示すように、磁気抵抗効果素子部 3 0 A のパターンの横に、限界モニタパターン 4 0 が存在する。即ち、断線の恐れのない状態であり、良品であることを示している。

【 0 0 3 9 】 一方、加工が進み過ぎて、加工限界位置 L よりも深く加工されると、図 4 (b) に示すように、磁気抵抗効果素子部 3 0 A のパターンの横に、限界モニタパターン 4 0 が存在しなくなる。この時は、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の素子高さ h が短くなり過ぎて、磁気ヘッドとして使用した際に断線が生じる恐れのある状態であり、不良品であることを示している。

【 0 0 4 0 】 従って、浮上面のパターンから限界モニタパターン 4 0 が消滅していることを顕微鏡等を用いて識別するだけで、磁気ヘッドが良品か不良品かを判別できる。そこで、不良品を廃棄し、良品の磁気ヘッドのみを選別して、完成品とする。

【 0 0 4 1 】 上記形態例では、磁気抵抗効果素子部 3 0 A と限界モニタパターン 4 0 とが、同一プロセスにより同時に形成されているため、磁気抵抗効果素子部 3 0 A と限界モニタパターン 4 0 との位置関係は極めて正確である。よって、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の加工限界位置を越えるまで加工が進み、不良品になってしまったことを、正確に判別でき、不良品が良品として扱われるこ

ともない。

【 0 0 4 2 】 しかも、破壊検査を伴わないために、検査に工数がかからないし、サンプルとして破壊される磁気ヘッドも存在せず、歩留まりもよい。尚、磁気抵抗効果素子部 3 0 A 毎に限界モニタパターン 4 0 を設けているので、磁気ヘッド単位で良品／不良品を判別できる。

【 0 0 4 3 】 又、この形態例では、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の基端側の辺 B 1 と限界モニタパターン 4 0 の基端側の辺 B 2 との間隔が、素子高さ h に対応することになるが、磁気抵抗効果素子部 3 0 A と限界モニタパターン 4 0 とを同一マスクを用いてエッチングで形成する場合、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の基端側の辺 B 1 と限界モニタパターン 4 0 の基端側の辺 B 2 のパターン形成時のずれ方向は、同じである。

【 0 0 4 4 】 即ち、エッチングが深く進行し、図 1 中に破線示したように磁気抵抗効果素子部 3 0 A と限界モニタパターン 4 0 の各パターンが小さくなっても、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の基端側の辺 B 1 と限界モニタパターン 4 0 の基端側の辺 B 2 は、共に、図 1 における下方向にずれる。このため、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の基端側の辺 B 1 と限界モニタパターン 4 0 基端側の辺 B 2 との間隔がほとんど変化することはない、良品か不良品かの判別精度が劣化することはない。

【 0 0 4 5 】 この判別精度の向上は、磁気抵抗効果素子部 3 0 A と限界モニタパターン 4 0 をメッキにより形成する場合も同様である。ただし、メッキの場合は、パターンがエッチングの場合とは逆方向にずれることになる。

【 0 0 4 6 】 (第 2 の形態例) 図 5 は第 2 の形態例における限界モニタパターンの形成を説明する図で、図 1 と同一部分には同一符号を付して示してある。この形態例と第 1 の形態例との相違点は、限界モニタパターン 4 0 の位置である。

【 0 0 4 7 】 本形態例では、加工限界位置 L と重なる辺 B 3 を有する矩形の限界モニタパターン 4 0 が、この加工限界位置 L を境にして、この加工限界位置 L よりもブロック 2 の基端側の領域に設けられている。

【 0 0 4 8 】 この形態例においては、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の素子高さの加工が加工限界位置 L まで到達していない場合は、磁気抵抗効果素子部 3 0 A のパターンの横に、限界モニタパターン 4 0 が存在しない。一方、加工が進み過ぎて、加工限界位置 L よりも深く加工されると、磁気抵抗効果素子部 3 0 A のパターンの横に、限界モニタパターン 4 0 が出現する。従って、浮上面のパターンから限界モニタパターン 4 0 が出現していることを顕微鏡等を用いて識別するだけで、磁気ヘッドが良品か不良品かを判別できる。

【 0 0 4 9 】 尚、この形態例では、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の基端側の辺 B 1 と限界モニタパターン 4 0 の先端側の辺 B 3 との間隔が、素子高さ h に対応することに

なる。このため、磁気抵抗効果素子部 3 0 A と限界モニタパターン 4 0 とを同一マスクを用いてエッチングで形成する場合、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の基端側の辺 B 1 と限界モニタパターン 4 0 の先端側の辺 B 3 のパターン形成時のずれ方向は、逆になる。

【 0 0 5 0 】 によって、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の基端側の辺 B 1 と限界モニタパターン 4 0 先端側の辺 B 3 との間隔がエッチング等の作業状態によっては変化することになり、第 1 の形態例に比べれば、良品か不良品かの判別精度が劣化することになる。しかし、不良品の場合にその旨のパターンが現れることを好む場合には、この形態例が有効である。

【 0 0 5 1 】 (第 3 の形態例) 図 6 は第 3 の形態例における限界モニタパターンの形成を説明する図で、図 1 と同一部分には同一符号を付して示してある。この形態例と第 1 の形態例との相違点は、限界モニタパターン 4 0 の形状である。

【 0 0 5 2 】 本形態例では、加工方向の長さが異なる 3 個の矩形パターン 4 1 ~ 4 3 から限界モニタパターン 4 0 を構成している。このように構成すれば、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の素子高さが $h_1 \sim h_3$ のどのレベルにあるかを、矩形パターン 4 1 ~ 4 3 の数から知ることができ、良品／不良品の判別だけでなく、素子高さに応じて磁気ヘッドを仕分けすることができる。そして、仕分けした磁気ヘッドに応じたセンス電流を選択することが可能になる。

【 0 0 5 3 】 (その他の形態例) 上記各形態例では、磁気抵抗効果素子部 3 0 A の片側にのみ、限界モニタパターン 4 0 を形成したが、一つの磁気抵抗効果素子部 3 0 A に対して、両側から挟むように限界モニタパターン 4 0 を複数配置してもよい。このように構成すれば、一層精度よく素子高さを判別できる。

【 0 0 5 4 】 又、限界モニタパターンは上記形態例のものに限らない。例えば、加工方向と直行する方向の幅が段階的に変化する限界モニタパターンを用いれば、仮に一つの限界モニタパターンを形成しただけでも、第 3 の形態例のような仕分けが可能になる。更に、一つの磁気抵抗効果素子部 3 0 A に少なくとも一つの限界モニタパターンを形成する例を示したが、複数の磁気抵抗効果素子部 3 0 A に対して一つ若しくは複数の限界モニタパターンを形成し、良品／不良品を複数の磁気ヘッド単位で判断するようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

【 発明の効果 】 以上説明したように、本発明によれば、加工工程を経た後の、磁気ヘッドの浮上面のパターンを観察し、限界モニタパターンに変化が現れているかどうかを識別するだけで、良品／不良品を判別できる。

【 0 0 5 6 】 又、本発明では、磁気抵抗効果素子部と限

界モニタパターンとが、同一プロセスにより同時に形成されているため、磁気抵抗効果素子部と限界モニタパターンとの位置関係が極めて正確である。よって、磁気抵抗効果素子部の加工限界位置を超えるまで加工が進み、不良品になってしまったことを、正確に判別でき、不良品が良品として扱われることもない。

【 0 0 5 7 】 更に、本発明では、破壊検査を伴わないために、検査に工数がかからないし、サンプルとして破壊される磁気ヘッドも存在せず、歩留まりもよい。

10 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 第 1 の形態例における限界モニタパターンの形成を説明する図である。

【 図 2 】 磁気ヘッド成膜後のウエハを示す図である。

【 図 3 】 ブロックの形状を示す図である。

【 図 4 】 磁気抵抗効果素子部近傍の浮上面のパターンの要部を示す図である。

【 図 5 】 第 2 の形態例における限界モニタパターンの形成を説明する図である。

20 【 図 6 】 第 3 の形態例における限界モニタパターンの形成を説明する図である。

【 図 7 】 複合型の磁気ヘッドの主要部を示す図である。

【 図 8 】 図 7 中の磁気抵抗効果素子部及び導体層を示す平面図である。

【 図 9 】 図 7 における磁気ヘッドのギャップ近傍の積層構造を示す断面図である。

【 符号の説明 】

L : 加工限界位置

1 : ウエハ

2 : ブロック

30 3 : 磁気ヘッド

4 : 抵抗モニタパターン

5 : 加工マーカー

10 : 記録トラック

20 : 記録ヘッド部

21 : 磁極

21 : 下部磁極

22 : 上部磁極

23 : コイル

24 : 非磁性絶縁層

40 28 : 非磁性絶縁層

30 : 再生ヘッド部

30 A : 磁気抵抗効果素子部

31 : 導体層

32 : 非磁性絶縁層

33 : 保護層

40 : 限界モニタパターン

41 ~ 43 : 矩形パターン

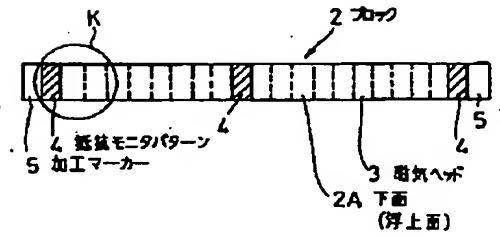
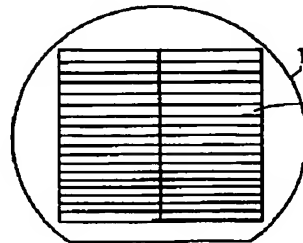
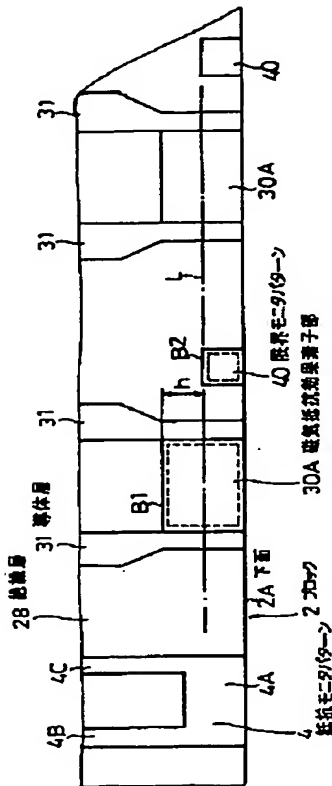
【 図 1 】

【 図 2 】

【 図 3 】

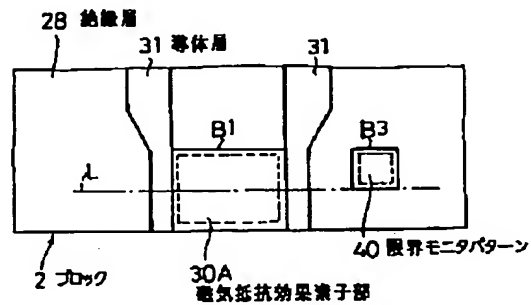
第1の形態例における限界モニタパターンの形成を 磁気ヘッド成膜後のウエハを示す図
説明する図

ブロックの形状を示す図



【 図 5 】

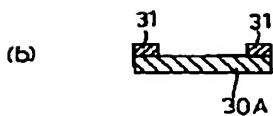
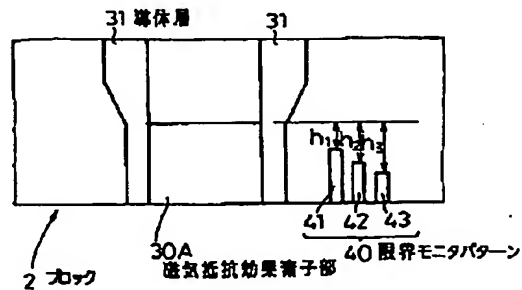
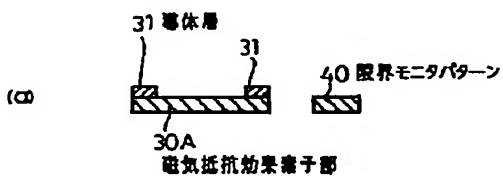
第2の形態例における限界モニタパターンの形成を説明する図



【 図 6 】

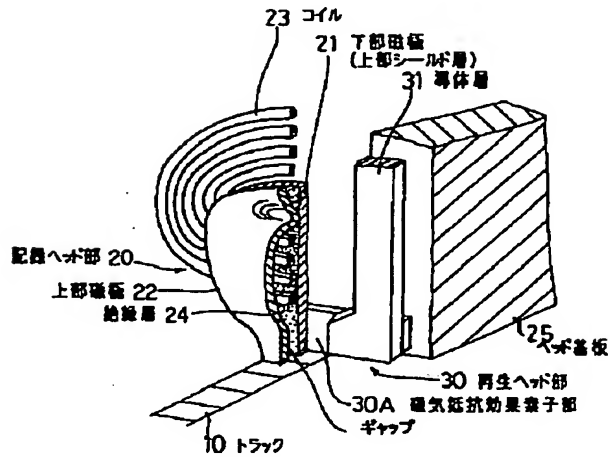
第3の形態例における限界モニタパターンの形成を説明する図

磁気抵抗効果素子部近傍の浮上面のパターンの
要部を示す図



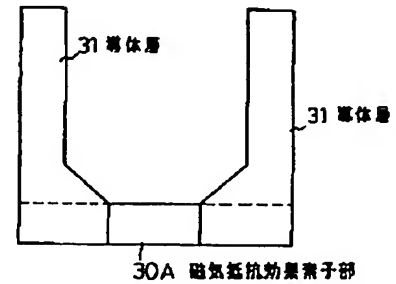
【 図 7 】

複合型の磁気ヘッドの主要部を示す図



【 図 8 】

図 7 中の磁気抵抗効果素子部及び導体層を示す平面図



【 図 9 】

図 7 における磁気ヘッドを磁気記録媒体側から見たときのギャップ近傍の積層構造を示す断面図

